

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення дисципліни

«ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАНЬ»

(для студентів 2-3 курсів денної і 3 курсу заочної форм навчання
та слухачів другої вищої освіти за напрямками 6.050701 «Електротехніка
та електротехнології», 6.050702 «Електромеханіка»)

Харків ХНАМГ 2008

Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Основи метрології та електровимірювальна техніка» (для студентів 2-3 курсів денної і 3 курсу заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямками 6.050701 «Електротехніка та електротехнології», 6.050702 «Електромеханіка») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Волкова О. П. Дорохов О. В., Капустін Г. В. – Х.: ХНАМГ, 2008. – 18 с.

Укладачі: ст. викл. О. П. Волкова,
доц., к.т.н. О. В. Дорохов,
доц., к.т.н. Г. В. Капустин

Рецензент: проф., д.т.н. В. Б. Фінкельштейн

Рекомендовано кафедрою теоретичної та загальної електротехніки,
протокол № 6 від 30.01.08.

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| ВСТУП | 4 |
| РОЗДІЛ 1. Мета і завдання дисципліни. Місце дисципліни в навчальному процесі..... | 5 |
| 1.1. Мета і завдання дисципліни..... | 5 |
| 1.2. Місце дисципліни в структурно – логічній схемі підготовки фахівця... | 5 |
| РОЗДІЛ 2. Модуль 1. Основи метрології та електровимірювальна техніка..... | 6 |
| 2.1. ЗМ 1.1. Основи метрології..... | 6 |
| 1. Загальні відомості в метрології..... | 6 |
| 2. Міри основних електричних величин..... | 6 |
| 3. Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювань..... | 6 |
| 2.2. ЗМ 1.2. Електровимірювальна техніка..... | 8 |
| 1.Перетворювачі напруги та струму..... | 8 |
| 2. вимірювальні прилади..... | 8 |
| 3. Виміри електричних, магнітних та неелектричних величини..... | 8 |
| РОЗДІЛ 3. Задачі для самостійної підготовки..... | 13 |
| РОЗДІЛ 4. Критерії оцінки знань студентів..... | 17 |
| Список літератури..... | 19 |

ВСТУП

Методичні вказівки підготовлені на основі робочої програми дисципліни «Основи метрології та електровимірювальна техніка» і призначені для студентів 2–3 курсів спеціальностей 6.09603 «Електротехнічні системи електроспоживання»; 6.09605 «Світлотехніка та джерела світла»; 6.092202 «Електричний транспорт».

Роль самостійної роботи студентів при вивчанні навчальних дисциплін суттєво зростає у зв'язку зі вступом України в Болонській процес та переходом на кредитно – модульну систему освіти, тому що обсяг її повинен складати 60% від загального обсягу необхідних для вивчення дисципліни годин.

Дисципліна «Основи метрології та електровимірювальна техніка», що викладається для студентів, складається з одного модуля «Основи метрології та електровимірювальна техніка» і двох змістових модулів ЗМ 1.1 «Основи метрології»; ЗМ1.2 «Електровимірювальна техніка».

РОЗДІЛ 1

МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1. Мета і завдання дисципліни «Основи метрології та електровимірювальна техніка»

Дати студентам основи знань, необхідних для вирішення виробничих завдань, пов'язаних з вибором засобів і методів вимірів електричних магнітних та неелектричних величин, а також для вивчення інших дисциплін спеціальності.

Завдання дисципліни:

Навчити студентів знати принципи дії, властивості, характеристики розповсюджених засобів вимірів електричних величин, вміти вибирати засоби і методи вимірів, виконувати виміри та оцінювати їхні похибки.

1.2. Місце дисципліни в структурно – логічній схемі підготовки фахівця

Таблиця 1.1

| Дисципліни, що передують вивченню даної дисципліни | Дисципліни, вивчення яких спирається на дану дисципліну |
|---|---|
| Фізика Вища математика Теоретичні основи електротехніки | Світлові прилади Вимірювальні інформаційні системи Електричні апарати Електричні системи електропостачання |

РОЗДІЛ 2

Модуль 1. Основи метрології та електровимірювальна техніка

Модуль 1. Складається з двох змістових модулів ЗМ 1.1 та ЗМ1.2.

Змістовий модуль 1.1.

Змістовий модуль 1.1 «Основи метрології» містить в собі три підрозділи:

1. Загальні відомості в метрології;
2. Міри основних електричних величин;
3. Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювань.

План - графік самостійного вивчення змістового модуля 1.1 для денної форми навчання наведено в табл.2.1.

Таблиця 2.1.

| Номер тижня | Номер тем і розділів | Питання, що вивчаються у змістовому модулі ЗМ 1.1., | Аудиторні навчальні заняття | | Самостійна робота студентів | | Форма контролю |
|-------------|--------------------------------|---|-----------------------------|--|--|-------|--|
| | | | Лекції (год) | лабораторні роботи | зміст | годин | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | | Зміст дисципліни. Уявлення про метрологію, стандартизацію та єдність вимірювань | | Техніка безпеки. Особливості роботи в лабораторії електричних вимірювань | М.1, с.4. Лабораторні стенди. Учніві плакати | | Захист лабор. роботи Захист лабор. роботи |
| 1, 2 | 1 1.1 1.2 1.3 | Основи метрології Терміни і визначення в метрології Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювань Міри основних електричних величин | | Л.Р. №1 | М.1 с.5-9 Лабораторні стенди Конспект лекцій М.3, с.3-8 | | Захист лабор. роботи Захист лабор. роботи |

План - графік самостійного вивчення змістового модуля 1.1 для заочної форми навчання наведено в табл.2.2.

Таблиця 2.2.

| Номер тижня | Номер тем і розділів | Найменування питань, що вивчаються на лекції | Заняття | | Використання посібників | Самостійна робота студентів | | Форма контролю |
|-------------|----------------------|--|--------------|--------------------|--|----------------------------------|-------|----------------------|
| | | | Лекції (год) | лабораторні роботи | | зміст | годин | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | 1 | Зміст дисципліни | | Техніка безпеки | Лабораторні стенди. Учбові плакати | Л.1 §1,2 Л.3 с.5-9 | 4 | Запис в журналі |
| | 1.1 | Терміни і методи вимірювань | | | | Л.1 §1-5 Л.2 §1.1, 2.1-2.3 | | |
| | 1.2 | Класифікація похибок і класи точності засобів вимірювань | | | Лаб. стенди М.2 с.5-9, М.3 с.5-6 | Л.1 §6-10 Л.2 §3.4 | 15 | Захист лабор. роботи |

Після вивчення ЗМ 1.1 студент повинен знати:

1. предмет і задачі метрології і стандартизації. Визначення, класифікацію та структурні схеми засобів вимірів;
2. еталони, зразкові і робочі міри. Схема передачі розмірів одиниць фізичних величин від еталонів до робочих засобів вимірів. Державна система забезпечення єдності вимірів. Класифікація методів вимірів.
3. класифікацію похибок. Підвищення точності статичних методів вимірів шляхом багаторазових вимірів. Можливість оцінки ряду спостережень і погрішності результату вимірів. Підвищення точності однократних вимірів відповідно до діючих стандартів.

Запитання для самоперевірки ЗМ 1.1 по розділах 1,2 і 3

1. Що таке виміри?
2. Класифікація електровимірювальних приладів.
3. Що називається мірою?
4. Які бувають методи вимірів?
5. Як визначається клас точності приладу?

Запитання для самоперевірки підрозділу 3

1. Що таке абсолютна і відносна похибки?
2. Що називають систематичною і випадковою похибками?
3. Яка похибка називається основною?
4. Які є джерела додаткових похибок?

Після вивчення ЗМ 1.1 максимальний процент набраних балів складає 30%. При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля, виконати і захистити лабораторні роботи №1 и №2

Змістовий модуль 1.2 «Електровимірювальна техніка»

Змістовий модуль 1.2 «Електровимірювальна техніка» включає до себе три підрозділи:

- 1) перетворювачі напруги та струму;
- 2) вимірювальні прилади;
- 3) виміри електричних, магнітних та неелектричних величин.

План графік самостійного вивчення змістового модуля 1.2 для денної форми навчання наведено в табл.2.3.

Таблиця 2.3.

| Номер тижня | Номер тем і розділів | Питання, що вивчаються у змістовому модулі ЗМ 1.1., | Аудиторні навчальні заняття | | Самостійна робота студентів | | Форма контролю |
|-------------|----------------------|---|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------|----------------------|
| | | | Лекції (год) | лабораторні роботи | зміст | годин | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 |
| 3,4 | 2 | Перетворювачі струму і напруги | - | Л.Р. №2 | М.1, с.10-15 | Л.1 §11,12 | Захист лабор. роботи |
| | 2.1 | Шунти і додаткові опори | | | Лаб. стенди | Л.2, с.120-127 | |
| | 2.2 | Вимірювальні трансформатори, лабораторні автотрансформатори | | Л.Р. №3 | Конспект лекцій М.3, с.6-8 | | |
| | | | | | М.1 с.16-24 | Л.1 §13,14 | |
| | | | | | Лаб. стенди | Л.2, с.144-149 | Захист лабор. роботи |
| | | | | | Конспект лекцій М.3, с.8-15 | | |

Продовження табл. 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 |
|-------|-----|---|---|---------|--|---------------------------|----------------------|
| 4,5,6 | 3 | Засоби вимірювань електричних величин | - | | Конспект лекцій | Л.1 §15-21 | Захист лабор. роботи |
| | 3.1 | Аналогові електромеханічні прилади | | | М.1 с.25-30 Лабор. стенди | Л.2 с.170-222 | |
| | 3.2 | Електронні вимірювальні прилади | | Л.Р. №5 | Конспект лекцій М.3 с.15-18 М.1 с.31-40 Лабор. стенди | Л.3 с.78-136, §3.1-3.9 | Захист лабор. роботи |
| | 3.3 | Цифрові вимірювальні прилади | | | Конспект лекцій | | |
| 7,8,9 | 4 | Вимірювання електричних і магнітних величин | - | | Конспект лекцій | | Захист лабор. роботи |
| | 4.1 | Вимірювання струмів і напруг | | Л.Р. №6 | М.1 с.41-48 М.3 с.19-30 | | |
| | 4.2 | Вимірювання параметрів | | | М.3 с.31-36 | | Захист лабор. роботи |
| | 4.3 | електричних кіл | | | | | |
| | 4.4 | Вимірювання потужності та енергії | | Л.Р. №7 | М.1 с.49-55 Лабор. стенди М.3 с.31-40 | | |
| | 4.5 | Вимірювання коефіцієнта потужності, кута зсуву фаз і частоти | | | | | |
| | | Вимірювання магнітних величин | | | | | |
| | 5 | Вимірювання неелектричних величин | - | | | Конспект лекцій | |
| | 5.1 | Загальні відомості та характеристики первинних вимірювальних перетворювачів | | | | Л.2 с.342-410 | |

План графік самостійного вивчення змістового модуля 1.2 для заочної форми навчання наведено в табл.2.4.

Таблиця 2.4.

| Номер тижня | Номер тем і розділів | Найменування питань, що вивчаються на лекції | Заняття | | Використання посібників | Самостійна робота студентів | | Форма контролю |
|-------------|----------------------|--|-----------|--------------------|---|--|-----------------------|----------------------|
| | | | практичні | лабораторні роботи | | зміст | годин | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | 2 2.1 | Перетворювачі струму і напруги Шунти і додаткові опори | | Л.Р. №2 | Лаб. стенди М.2, с.10-15 М.3 с.6-7 | Л.1 §11-13 Л.2 §5.1-5.8 | 15 | Захист лабор. роботи |
| | 3 3.1 3.2 | Засоби вимірювань електричних величин Аналогові електромеханічні прилади Електронні вимірювальні прилади | | Л.Р. №5 | Плакати М.1 с.25-30 М.3 с.6-9 | Л.1 §14-15 Л.2 §6.1-6.7 Л.1 §16-18 Л.2 §14.1-14.6 Конспект лекцій Л.1 §19-21 Л.2 §18.1-18.11 | 7 10 10 | |
| | 4 4.1 4.2 | Вимірювання електричних величин Вимірювання параметрів R, L, M, C Вимірювання потужності енергії | | Л.Р. №6 | М.3 с.9 Лаб. стенди М.2 с.41-48 | Л.1 §34-40 Л.2 §19.1-19.4, 19.7, 19.10 Л.1 §22-26 Л.3 с.248-256 | 15 10 | Робота в лабораторії |
| | 5 | Захист контрольних робіт | | | М.3 с.11-14 | Л.2 с.258-269 | 12 | Допуск до екзамену |

Після вивчення ЗМ 1.2 студент повинен знати:

1. Вимірювальні перетворювачі струму і напруги. Розрахунок шунтів і додаткових опорів. Вимірювальні трансформатори.
2. Принцип дії, устрій і теорію електромеханічних вимірювальних приладів.
3. Вимір постійних та змінних струмів і напружень.

4. Вимір струмів і напружень приладами з термоелектричними і напівпровідниковими перетворювачами.

5. Електроні та цифрові прилади.

6. Електронопроміневі осцилографи і їхнє застосування для спостереження і реєстрації процесів в електричних колах.

7. Вимір електричних величин методами порівняння з еталонною мірою (загальна теорія мостових схем).

8. Вимір магнітних і неелектричних величин

Запитання для самоперевірки ЗМ 1.1 по розділам 1,2 і 3

1. Як розраховуються шунти і додаткові опори?
2. Які похибки можуть бути у вимірювальних трансформаторів?
3. Назвіть основні деталі і вузли вимірювального приладу.
4. Поясніть принцип дії, устрій магнітоелектричних приладів.
5. Поясніть принцип дії, устрій електромагнітних приладів.
6. Поясніть принцип дії, устрій електродинамічних приладів.
7. Поясніть принцип дії, устрій індукційних приладів.
8. Показання приладів з напівпровідниковими перетворювачами.
9. Поясніть принцип дії електронних та цифрових приладів. Наведіть структурні схеми.
10. Поясніть устрій осцилографів і їхнє призначення.
11. У чому полягає сутність компенсаційного методу вимірів? Які існують схеми мостів для виміру ємності та індуктивності?
12. Яким чином робиться вимір постійного і змінного магнітного потоку?
13. Намалюйте структурну схему приладу для виміру неелектричних величин.

Після вивчення ЗМ 1.2 максимальній процент набраних балів складає 70%. При цьому студент повинен засвоїти теоретичний матеріал модуля, виконати і захистити лабораторні роботи №3, №4, №5, №6.

РОЗДІЛ 3. Задачі для самостійної підготовки

Нижче наведено типові задачі, які дозволяють глибше вивчити теоретичний матеріал, представлений в модулі 1.

Задача 1. У результаті багаторазових вимірів опору резистора були отримані такі його значення:

| № досліду | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| R, Ом | 20,50 | 20,38 | 20,40 | 20,38 | 20,61 | 20,45 | 20,40 | 20,60 | 20,30 | 20,55 |

Визначте ймовірну похибку виміру.

Задача 2, До магнітоелектричного міліамперметра на 75 мВ з внутрішнім опором 10 Ом підключений шунт, опір якого дорівнює 0,53 Ом. Як зміниться чутливість приладу за струмом? Наведіть схему.

Задача 3. Визначити найбільшу відносну похибку виміру енергії ватметром з межею виміру 750 Вт, класу точності 0,5 і шкалою на 150 поділок за час $120 \pm 1,5$ сек., якщо покази ватметра дорівнюють 60 поділкам протягом усього часу виміру. Визначте чутливість ватметра і наведіть схему його вмикання.

Задача 4. Для виміру напруги 220 В взяли два вольтметри, з'єднані послідовно. Перший вольтметр має межу виміру 150 В, внутрішній опір 12 кОм, клас точності 0,5; другий вольтметр з межею виміру 120 В має внутрішній опір 10 кОм, клас точності 0,5. Визначте показання кожного вольтметра і найбільші абсолютну та відносну похибки.

Задача 5. Магнітоелектричний прилад на 75 мВ зі шкалою 150 поділок має опір 50 Ом. Чому дорівнюють його стала і чутливість за струмом і

напругою, потужність власного споживання? Як розширити межу виміру цього приладу до 3 В? Наведіть схему.

Задача 6. Підберіть шунти до магнітоелектричного приладу зі шкалою на 5 мА і опором 10 Ом таким чином, щоб цим приладом можна було вимірювати струми 1 А, 3 А, 5 А. Наведіть схему.

Задача 7. Вольтметр електростатичної системи на 150 В має ємність 100 пФ. Розрахуйте ємність додаткового конденсатора для розширення межі виміру до 2 кВ. наведіть схему.

Задача 8. На розподільному щитку однофазного струму встановлені вольтметр на 150 В, амперметр на 5 А зі шкалою на 100 поділок і ватметр на 150 В і 5 А зі шкалою на 150 поділок. Амперметр і ватметр включені через трансформатор струму 50/5. Накресліть схему і визначте первинний струм, потужність і $\cos \varphi$, якщо стрілка амперметра показує 80 поділок, вольтметра - 120 поділок, ватметра - 50 поділок.

Задача 9. У трифазному колі потужність вимірюється за схемою двох ватметрів. Навантаження фаз рівномірне. Фазний струм 5 А, лінійна напруга 380 В. Сумарна потужність, обмірювана ватметрами, складає 206 Вт. Визначте показання кожного ватметра і $\cos \varphi$ кола. Наведіть схему.

Задача 10 У трифазному колі з рівномірним навантаженням включені два ватметри. Напруга мережі 220 В. Покази ватметрів:

$P_1 = 675$ Вт, $P_2 = 325$ Вт. Наведіть схему, визначте коефіцієнт потужності і струм у колі.

Задача 11. Визначте чутливість за струмом і напругою магнітоелектричного приладу на 75 мВ з внутрішнім опором 15 Ом і шкалою

150 поділок. Як зміниться чутливість приладу за струмом і напругою, якщо число витків на рамці приладу збільшити вдвічі, залишивши діаметр проводу незмінним.

Задача 12. До мережі однофазного струму через трансформатори струму 100/5 і напруги 30000/100 підключень електродинамічний ватметр на напругу 120 В і струм 5 А зі шкалою 150 поділок. Наведіть схему вмикання приладів і визначте потужність мережі, якщо показ ватметра - 85 поділок.

Задача 13. У трифазному колі з рівномірним навантаженням потужність вимірюють за методом двох ватметрів, лінійний струм складає 5 А, лінійна напруга - 120 В, повна потужність, вимірювана ватметрами, складає 807 Вт. Визначте показання кожного ватметра $\cos \varphi$ кола. Наведіть схему.

Задача 14. Магнітоелектричний вимірювач з опором 0,3 Ом має шкалу на 100 поділок і чутливість за струмом 0,05 под/мА. Визначте постійну цього приладу і нову мережу виміру при підключенні шунта з опором 0,015 Ом. Наведіть схему.

Задача 15. Міліамперметр на 200 мА має опір 3 Ом, чутливість за струмом 0,5 под/мА. Визначте число поділок всієї шкали і струм в колі, якщо стрілка приладу відхилилась на 25 поділок. Як зробити межу виміру цього приладу рівною 30 В. Наведіть схему.

Задача 16. До мережі однофазного струму через трансформатори струму 200/5 і напруги 6000/100 підключені амперметр, вольтметр і ватметр. Визначте показання всіх приладів, якщо відомо, що струм в колі 168 А, напруга 3300 В і $\cos \varphi = 0.74$. Наведіть схему.

Задача 17. Для виміру напруги і струму в колі постійного струму використані вольтметр на номінальну напругу 250 В (класу точності 1,5) і амперметр на номінальний струм 150 А (класу точності 1,0). Показання вольтметра і амперметра протягом доби дорівнюють, відповідно до 215 В і 120 А. Визначте кількість енергії, яка витрачається за добу, і найбільші можливі абсолютну та відносну похибки при її виміри, якщо час вимірюється з точністю до 60 с.

Задача 18. У трифазному колі з рівномірним навантаженням реактивна потужність вимірюється за схемою одного ватметра. Показ ватметра - 85 поділок. Номінальний струм ватметра 10 А, напруга - 300 В, шкала на 150 поділок. Лінійна напруга кола 220 В, лінійний струм - 8,5 А. Визначте реактивну та активну потужності і $\cos \varphi$ кола. Наведіть схему.

Задача 19. Ватметр на напругу 220 В і струм 5 А підключено через трансформатор струму 300/5 до трифазного кола з рівномірним навантаженням. Наведіть схему і визначте потужність трифазного кола, якщо ватметр показує 250 Вт. Нейтральна точка доступна.

Задача 20. Підключені до трифазного кола з рівномірним навантаженням через трансформатори струму 200/5 і напруги 6000/100 прилади дають такі показання: вольтметр 105 В; амперметр 3,6 А; ватметри $P_1 = 42$ Вт, $P_2 = 350$ Вт. Визначте значення струму, напруги, потужності і $\cos \varphi$ кола. Наведіть схему.

РОЗДІЛ 4. Критерії оцінки знань студентів

Відповідь студента оцінюється за національною шкалою **«відмінно»** або за шкалою ECTS **«А»**, якщо він при вивченні модуля набрав більше 90-100 включно балів та:

- вільно володіє програмним матеріалом;
- послідовно дає логічні відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- правильно розв'язав практичну задачу;
- вільно відповідає на додаткові запитання;
- грамотно використовує знання теоретичного матеріалу при розв'язанні практичних задач;
- володіє логічним мисленням;
- вільно застосовує ЕОМ при розв'язанні практичних задач.

Відповідь студента оцінюється **«добре»** або **«В»**, якщо він набрав більше 80 - 90 включно балів та:

- твердо володіє програмним матеріалом;
- грамотно і логічно дає відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- при викладенні матеріалу допускає тільки деякі помилки з другорядних запитань;
- правильно відповідає на додаткові запитання;
- правильно виконав РГР;
- впевнено працює з ЕОМ.

Відповідь студента оцінюється **«добре»** або **«С»**, якщо він набрав більше 70 - 80 включно балів та:

- твердо володіє програмним матеріалом;
- грамотно і логічно дає відповіді на запитання екзаменаційного білету;
- при викладенні матеріалу допускає помилки з другорядних запитань;
- правильно відповідає на додаткові запитання;
- правильно виконав РГР, але допустив помилки у одиницях вимірювання або чисто математичні помилки; вміє використовувати готові програмні матеріали при розв'язанні практичних задач.

Відповідь студента оцінюється «**задовільно**» або «**D**», якщо він набрав більше 60 - 70 включно балів та:

- твердо володіє основним програмним матеріалом;
- допускає деякі неточності у формулюваннях та виводах основних залежностей;
- невпевнено відповідає на додаткові запитання;
- правильно, але не до кінця розв'язав задачу;
- вміє працювати з ЕОМ.

Відповідь студента оцінюється «**задовільно**» або «**E**», якщо він набрав більше 50 — 60 включно балів та:

- недостатньо твердо володіє основним програмним матеріалом;
- допускає неточності при формулюванні основних залежностей;
- допустив принципові помилки при виконанні РГР;
- має слабкі навички роботи з ЕОМ.

Відповідь студента оцінюється «**незадовільно з можливістю повторного складання**» або «**FX**», якщо він набрав більше 25 - 50 включно балів та:

- слабо володіє основним програмним матеріалом;
- допускає грубі помилки при формулюванні, визначенні і висновку основних залежностей; -
- на додаткові запитання не відповідає або відповідає невпевнено і неправильно;
- навички роботи з ЕОМ слабкі.

Відповідь студента оцінюється «**незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни**» або «**F**», якщо він набрав від 0 до 25 включно балів та:

- не володіє основним програмним матеріалом;
- навички роботи з ЕОМ слабкі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Метрологія та вимірювальна техніка / За ред. проф. Є.Поліщука. – Львів, 2003.
2. Електричні виміри і електровимірювальні прилади / В.І.Котур, М.Н.Скотська, Н.Н.Храмова. – К.: Енергоіздат, 1986
3. Основы метрологии и электрические измерения. Под ред. Душина Е.М. – Л.: Энергоиздат, 1987.
4. Основы метрології і електровимірювальна техніка. М.Л. Глебова, А.І. Кузнецов, М.В. Чернявська. – Харків ХНАМГ, 2006.
5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основі метрології і електричні виміри». Волкова О.П., Харісов А.А. - Харків ХНАМГ, 2005
6. Методичні вказівки і контрольні завдання з дисципліни «Основі метрології і електричні виміри». Волкова О.П., Харісов А.А. - Харків ХНАМГ, 2005

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «**Основи метрології та електровимірювальна техніка**» (для студентів 2-3 курсів денної і 3 курсу заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямками 6.050701 «Електротехніка та електротехнології», 6.050702 «Електромеханіка»).

Укладачі: Волкова Олена Павлівна,
Дорохов Олександр Володимирович,
Капустін Геннадій Валентинович

Відповідальний за випуск доц. *В. П. Самошкин*
Редактор *М. З. Аляб'єв*
Коректор *З. І. Зайцева*

План 2008, поз. 425 М

Підп. до друку 06.03.2008 р.
Друк на ризографі
Зам. №

Формат 60x84 1/16
Ум. друк. арк. 0,8
Тираж 200 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 731 від 19.12.2001